PCA 7062 LETTRE MUSEUM V11fg 22/11/06 17:01 Page 8

SMAIL MOSTEFAOUI

Décrocher les étoiles

Digitized Sky Survey

Semeis 147 : rémanent de supernova dans la constellation du Taureau (environ 150 années-lumière de diamètre). Ce nuage de débris stellaires se trouve à une distance de 3000 années-lumière.

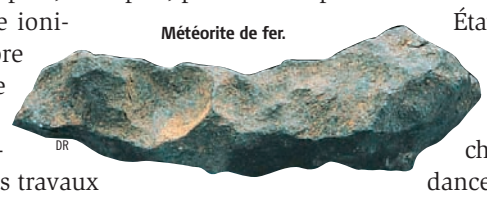
Patrick LAFAITE/MNHN

Regardait-il les étoiles comme les autres lorsqu'il était enfant ? « *Oui* », répond Smail Mostefaoui, cosmochimiste et ingénieur de recherche au Muséum. À un questionnement près : *« J'ai toujours voulu percer leur secret. »*

Le jeune garçon grandit en Algérie. Sa passion pour la physique aussi, nourrie par d'excellents professeurs. « *Ils m'ont guidé et j'ai gardé le contact avec deux d'entre eux.* » Son bac scientifique et une maîtrise de physique en poche, il opte pour l'astrophysique. Direction Paris. L'apprentissage commence à l'université d'Orsay et se poursuit à l'Institut de physique du globe. En 1992, Smail Mostefaoui intègre le Muséum pour sa thèse. Le sujet ? « *Quand et comment le métal a-t-il été formé, dans la nébuleuse solaire, il y a 4,5 milliards d'années ?* » Pour répondre, coup de phare sur les météorites primitives. Le Muséum en possède une centaine et veille sur « *une collection unique au monde de 1 200 pierres venues d'ailleurs* ». Dès cette époque, le chercheur utilise la première génération de sondes ioniques (dite 3F). Durant sa thèse, jusqu'en 1996, il se rend aux États-Unis pour utiliser l'une de ces machines capables d'étudier la matière à une échelle infiniment petite.

Eurêka !

À la clef de ses travaux, une découverte, « *celle d'un carbone incorporé à des matériaux du système solaire, mais formé en dehors, dans le milieu interstellaire* ». Smail Mostefaoui poursuit ses recherches sur le carbone en Allemagne, durant deux ans, fidèle à la même technologie. Mais il lui faut dix-huit mois de plus, au Japon, pour apprivoiser la sonde ionique, dite 1270, encore plus performante. Le simple utilisateur devient expert. Entretemps, il réoriente ses travaux sur la datation des chondres. « *Il s'agit d'objets ronds, intégrés aux météorites primitives, formés au tout début du système solaire, qui composent 90 à 95 % de sa matière.* » Le chercheur réussit à démontrer que la formation des chondres s'est produite à un moment précis de l'histoire du système solaire : lors de la phase de condensation qui a précédé la formation des embryons de planètes.



Météorite de fer.

DR

Voir l'invisible

Fin 2000, retour en Allemagne, où Smail Mostefaoui participe à l'installation de la toute dernière génération de sonde ionique, la NanoSIMS 50, dont il n'existe que deux exemplaires au monde (la seconde est aux États-Unis). L'aventure va durer cinq ans et, grâce aux prouesses de cet instrument, le chercheur montre l'abondance de grains de silicate dans le milieu interstellaire. « *Un phénomène connu des astrophysiciens mais qui n'avait jamais pu être prouvé en raison de la trop petite taille de ces grains.* » Il a toutefois une autre idée en tête : prouver la présence d'une supernova ayant pu jouer le rôle de déclencheur dans la formation du système solaire. « *Je voulais reprendre mon travail sur le fer⁶⁰, un élément présent en grande quantité dans les supernovae, là où il est produit. Comme sa durée de vie n'excède pas, en moyenne, 1,5 million d'années, il me fallait trouver suffisamment de nickel⁶⁰ dans les météorites primitives pour attester l'existence antérieure de fer⁶⁰.* » Smail Mostefaoui parvient à ses fins en 2005 : il démontre cette abondance « *impossible à expliquer sans l'explosion d'une supernova juste avant ou pendant la formation du système solaire* ».

Sans limites

Quand, en novembre 2004, le Muséum se dote de la NanoSIMS 50, Smail Mostefaoui rejoint tout naturellement l'équipe du Laboratoire d'étude de la matière extraterrestre. Il supervise l'exploitation scientifique de la machine : faisabilité technique, mise au point d'une méthodologie adaptée à chaque projet, capacité d'interprétation des données… « *Les concepteurs de cet instrument n'en connaissent pas les limites. On découvre son mode d'emploi au fur et à mesure. J'aimerais partager mon savoir sur cet outil* », explique le chercheur. Mais attention ! Il faut se montrer patient et poser à la NanoSIMS les bonnes questions. Qu'est-ce qui le fait avancer ? Étudier l'infiniment petit pour comprendre l'infiniment grand. Et puis voir, toucher et scruter des météorites pour se rapprocher des étoiles. « *Je me souviens de ma première observation de la Lune dans un télescope. Elle était là, suspendue dans l'espace comme par miracle, sans moteur. J'ai réalisé la magie de l'Univers et en même temps toute sa fragilité…* » À méditer…

NanoSIMS, mode d'emploi

Il en existe moins de vingt dans le monde. Elles exigent plusieurs années de formation, mais nul ne connaît vraiment leur potentiel. Seule une poignée d'experts nourrit leur appétit d'analyse, au cœur du monde invisible de l'infiniment petit. Ce sont les NanoSIMS, dernière génération des sondes ioniques. Des instruments capables de déterminer de manière incroyablement précise la composition chimique et **isotopique** d'une poussière de l'ordre de quelques dizaines de **nanomètres** (10^{-9} mètre). L'acquisition d'un tel outil par le Muséum, grâce au soutien de la Région Île-de-France et du CNRS, est un formidable atout pour la recherche : des premières traces de la vie, il y a trois milliards d'années, aux poussières d'étoiles confiées par la Nasa, les sujets d'investigation ne manquent pas.

Patrick LAFAITE/MNHN

DÉFINITIONS

NANOMÈTRE
Un nanomètre est égal à un milliardième de mètre.

ISOTOPIQUE
Pour un même élément – le carbone ou l'uranium, par exemple – il existe une ou plusieurs configurations de son noyau qui diffère selon le nombre de neutrons présents. Ces configurations, aux propriétés physiques différentes, sont appelées isotopes.

Extraterrestre !

Quand la vie est-elle apparue sur notre planète ? De quelle manière a-t-elle évolué, à la faveur de quels environnements ? Comment notre système solaire s'est-il formé ? Existe-t-il un élément déclencheur ? Que nous apprennent les roches, les minéraux, la composition de la Terre ? Ces questions mobilisent cinq unités de recherche au sein du département Histoire de la Terre du Muséum. Parmi elles, le Laboratoire d'étude de la matière extraterrestre (Leme). Il se concentre sur les processus de formation du système solaire, la Terre primitive et l'origine moléculaire de la vie. Une longue histoire, jalonnée d'étapes, dont les météorites ont préservé la trace. Les travaux du laboratoire reposent donc pour l'essentiel sur l'analyse de la collection de météorites du Muséum.

NASA

Nébuleuse d'Orion (taille estimée à 30 années-lumière). Située à seulement 1500 années-lumière de notre planète, elle est l'une des régions d'intenses formations d'étoiles les plus proches.

Contacts

Département Histoire de la Terre
Directeur : Christian de Muizon
Unités de recherche : Minéralogie et pétrologie. Paléobiodiversité. Histoire naturelle des origines, Leme.

Le Muséum
57, rue Cuvier 75005 Paris
Tél. : 01 40 79 30 00
www.mnhn.fr

DIRECTEUR DE LA PUBLICATION
Bertrand-Pierre Galey
DIRECTEUR ÉDITORIAL
Philippe Pénicaut
RÉDACTEUR EN CHEF
Catherine Rouillé

CONCEPTION - RÉALISATION
PCA / Rampazzo & Associés
Rédacteurs : Isabelle Servais-Hélie, Anne Béchiri
IMPRESSION
Imprimerie Escourbiac
81300 Graulhet